



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 741 471 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
06.11.1996 Bulletin 1996/45

(51) Int Cl. 6: **H04L 1/20, H04M 3/22,
H04B 3/46, H04J 3/17,
G10L 3/00**

(21) Numéro de dépôt: **96400927.8**

(22) Date de dépôt: **30.04.1996**

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

• **Gilloire, André
22300 Lannion (FR)**

(30) Priorité: **04.05.1995 FR 9505347**

(74) Mandataire: **Fréchède, Michel et al
Cabinet Plasseraud
84, rue d'Amsterdam
F-75440 Paris Cédex 09 (FR)**

(71) Demandeur: **FRANCE TELECOM
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

• **Barriac, Vincent
22300 Lannion (FR)**

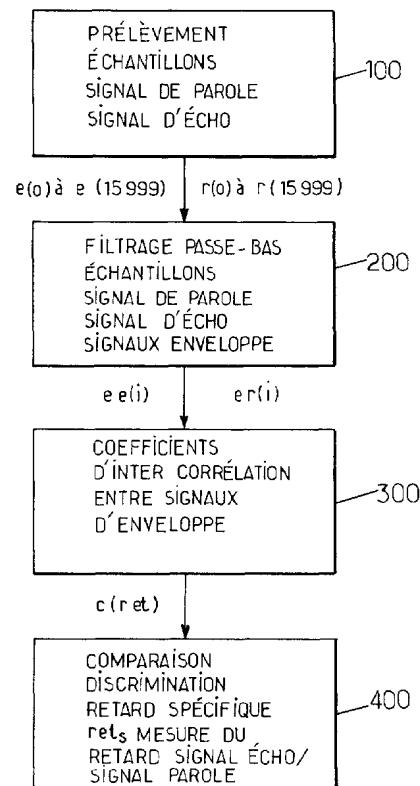
(54) **Procédé et dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique**

(57) L'invention concerne un procédé et un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique.

Des échantillons du signal de parole et du signal d'écho sont prélevés (100), soumis à un filtrage passe-bas (200) pour obtenir des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

Un calcul des coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe est effectué (300) pour obtenir les coefficients d'intercorrélation $c(\text{ret})$ et une comparaison et une discrimination (400) permet de déterminer le retard spécifique ret_s , mesure du retard entre signal d'écho et signal de parole.

FIG.1a.



Description

L'invention concerne un procédé et un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique.

5 Pour mesurer la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, il est possible d'opérer de deux manières. La première consiste à envoyer un signal spécifique en entrée de ligne et à analyser le signal reçu en extrémité de ligne, selon un mode opératoire avec intrusion.

10 La deuxième, mode opératoire sans intrusion, consiste au moyen d'appareils appelés I.N.M.D. (pour *In Service Non Intrusive Measurement Device* en langage anglo-saxon), à effectuer directement des mesures sur les signaux réels support des conversations téléphoniques transitant sur le réseau téléphonique, en n'importe quel point de la ligne de transmission.

15 Ces types d'appareils ont déjà fait l'objet d'une normalisation par l'A.N.S.I. (*American National Standard Institute*/organisme nord-américain de normalisation).

20 En particulier, afin de bien caractériser la qualité des communications, quatre paramètres principaux ont été retenus :

- le niveau vocal actif dans les deux sens de transmission, en dBm ;
- le niveau de bruit dans les deux sens de transmission, en dBm ;
- le retard sur le trajet d'écho, en ms ;
- l'affaiblissement sur le trajet d'écho, en dB.

25 On rappelle que le trajet d'écho représente le chemin parcouru par un signal de parole entre l'instant où un locuteur parle dans son combiné téléphonique et celui où il entend sa propre voix en retour, affaiblie et décalée dans le temps. D'autres paramètres pourront, le cas échéant, être utilisés.

30 D'une manière générale, les modes opératoires de mesure de ces paramètres ne sont pas fixés dans les projets de recommandation internationale mais les objectifs et performances le sont, et les valeurs limites admissibles sont directement inspirées des résultats des méthodes expérimentales mises en oeuvre jusqu'à ce jour.

35 Parmi ces méthodes, on peut citer la méthode qui a fait l'objet de la publication par l'UIT - Secteur de la normalisation des télécommunications, Commission d'études 12, question 24/12, source ATQT intitulée "*In service Non Intrusive Measurement Algorithms and Field Results*", Genève 10-19 mai 1993.

40 Une telle méthode, en vue de procéder à la mesure de certains paramètres précités tels que le retard sur le trajet d'écho, nécessite la mise en oeuvre d'un processus de convergence sur plus de dix mille itérations de filtres adaptatifs à quatre vingt coefficients, l'un après l'autre, chacun couvrant une fenêtre d'analyse de signal de dix millisecondes, avant de déterminer le filtre qui a le mieux convergé pour calculer, à partir de son coefficient le plus élevé, avec une précision d'au moins une seconde, le retard recherché et l'affaiblissement correspondant.

45 Ainsi, pour pouvoir mesurer des retards d'écho compris entre zéro et cent millisecondes, il est nécessaire d'utiliser dix de ces filtres et consommer en conséquence un temps de calcul important, ce temps devenant même prohibitif si la plage de mesure des retards est portée à deux cents millisecondes et au-delà.

50 Bien qu'un projet de recommandation internationale ait, pour l'instant, fixé la limite supérieure d'une plage à cinquante millisecondes, pour ce type de mesures, à partir des appareillages existants, dans le cadre de communications téléphoniques locales, la limite supérieure de la plage des valeurs de retard a été portée à une seconde pour les appareils capables de traiter les communications internationales. L'utilisation des appareils de type I.N.M.D. précités pour caractériser des communications internationales, notamment lorsque celles-ci sont acheminées par satellite, implique en effet la mesure de retards d'écho de plusieurs centaines de millisecondes.

55 La méthode précitée présente donc des limitations réelles et potentielles dans la mesure où, limitée à la mesure de retards d'écho limités à cent millisecondes, il ne paraît guère envisageable, par une simple augmentation des capacités de calcul, d'en multiplier les capacités de traitement en raison d'une très grande complexité de mise en oeuvre.

60 La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients et aux limitations de la méthode précitée et notamment d'assurer la stabilité de la convergence des filtres utilisés pour la mise en oeuvre des opérations de mesure proprement dites.

65 Un autre objet de la présente invention est en outre, dans le cadre d'une stabilité du processus de convergence du filtrage précité, une accélération de ce processus de convergence, et, corrélativement, une diminution des coûts en temps de calcul.

70 Un autre objet de la présente invention est également, dans le cadre du processus de convergence stabilisé et accéléré précité, une amélioration et un élargissement de la plage de mesure des retards d'écho précités tout en conservant une précision comparable de ces mesures.

75 Un autre objet de la présente invention est, enfin, la mise en oeuvre d'un procédé et d'un dispositif du type I.N.M.D. permettant conjointement d'effectuer en outre une mesure convenable de l'affaiblissement sur le trajet d'écho.

Le procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, à partir de mesures successives sur le signal de parole et le signal d'écho de ce signal de parole constitutifs du trafic en un point de cette ligne téléphonique, objet de la présente invention, est remarquable en ce qu'il consiste à prélever, sur une durée déterminée sur le signal de parole et le signal d'écho transitant sur la ligne téléphonique, des échantillons du signal de parole et du signal d'écho. Les échantillons du signal de parole sont filtrés au moyen d'un filtrage passe-bas sur une durée déterminée et les échantillons du signal d'écho sont également filtrés au moyen d'un filtrage passe-bas sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée mais décalée de la moitié de celle-ci, ce qui permet d'obtenir des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho. Une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé est établie. Une comparaison des coefficients d'intercorrélation permet de discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande, pour une valeur de retard spécifique, cette valeur de retard spécifique étant représentative de la mesure du retard du signal d'écho au point de mesure de la ligne téléphonique.

Le dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique sur laquelle transitent un signal de parole et un signal d'écho, objet de la présente invention, est remarquable en ce qu'il comprend des circuits de prélèvement sur une durée déterminée sur le signal de parole et le signal d'écho, d'un nombre prédéterminé d'échantillons de ces signaux. Un module de filtrage de type passe-bas permet de filtrer sur une durée déterminée les échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée, décalée de la moitié de cette même durée, les échantillons du signal d'écho, pour engendrer des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho. Un module de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts, permet de discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande pour une valeur de retard spécifique, laquelle est représentative de la mesure du retard du signal d'écho, au point de mesure de la ligne téléphonique.

Le procédé et le dispositif, objets de la présente invention, trouvent application à la gestion et à la surveillance des lignes téléphoniques numériques dans lesquelles le signal téléphonique est transmis à des débits égaux ou supérieurs à 64 kb/s.

Ils seront mieux compris à la lecture de la description et à l'observation des dessins ci-après dans lesquels :

- la figure la représente, à titre illustratif, un organigramme de mise en oeuvre du procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention ;
- la figure 1b représente un détail de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, tel que représenté en figure la ;
- la figure 2 représente un schéma illustratif, sous forme de diagramme bloc, d'un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention ;
- les figures 3a à 31 représentent la valeur de la fonction d'intercorrélation des signaux d'enveloppe du signal de parole et d'écho, valeur des coefficients d'intercorrélation pour différentes valeurs de pas de retard entre les valeurs centrées du signal d'enveloppe du signal d'écho et du signal de parole, pour des retards spécifiques entre signal de parole et signal d'écho compris entre 3 ms et 1997 ms.

Une description plus détaillée du procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention, sera maintenant donnée en liaison avec la figure la.

D'une manière générale, on indique que la ligne téléphonique est le siège d'un trafic constitué par un signal de parole et par un signal d'écho de ce signal de parole, ces signaux étant des signaux numériques constitués par une suite d'échantillons transmis à un débit de 64 kb/s par exemple. Le signal de parole transitant sur la ligne téléphonique dans un sens direct provoque en extrémité de ligne téléphonique, au point de destination du signal de parole, un signal d'écho, lequel est réfléchi en sens contraire sur la ligne téléphonique vers la source d'émission du signal de parole.

Conformément à un aspect particulièrement avantageux du procédé objet de la présente invention, celui-ci, ainsi que représenté en figure la, consiste à effectuer en un point de mesure de la ligne téléphonique considérée, un prélèvement, noté 100, d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho afin d'obtenir un nombre déterminé de ces échantillons. Le prélèvement est effectué de manière classique sur une fenêtre d'observation de durée déterminée, cette durée pouvant par exemple être prise égale à deux secondes. Le signal de parole et le signal d'écho étant par exemple formés par des échantillons obtenus par modulation par impulsion et codage (MIC) à une fréquence de 8 kHz par exemple, 16 000 valeurs sur chaque sens de circulation du signal de parole respectivement du signal d'écho sont obtenues, ces valeurs ou échantillons prélevés étant notés par exemple $e_{(0)}$ à $e_{(15\,999)}$ pour le signal de parole et $r_{(0)}$ à $r_{(15\,999)}$ pour le signal d'écho. On indique bien sûr que le prélèvement doit être effectué en s'assurant régulièrement toutes les 400 millisecondes par exemple que les signaux transitant sur la ligne sont effectivement constitués par des signaux de parole et que le sens de transmission des signaux ne s'inverse pas. Ces procédures de vérification sont classiques, et, à ce titre, elles ne seront pas décrites en détail.

Les échantillons prélevés constituent au point de mesure de la ligne téléphonique des signaux de mesure du signal de parole et du signal d'écho. D'une manière générale, on indique que la désignation signal couvre toute suite d'échan-

tillois numériques mémorisés ou lus à une fréquence de lecture appropriée.

Le procédé objet de la présente invention consiste ensuite, en une étape 200, à effectuer un filtrage de type passe-bas sur les échantillons du signal de parole respectivement sur les échantillons du signal d'écho.

Selon une caractéristique particulière du procédé objet de la présente invention, le filtrage de type passe-bas est

5 effectué pendant la durée déterminée, c'est-à-dire la durée de deux secondes de prélèvement des échantillons sur les échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée, soit sensiblement une seconde, et décalée de la moitié de cette durée déterminée, c'est-à-dire sur la dernière seconde, sur les échantillons du signal d'écho. On comprend ainsi que le filtrage de type passe-bas est effectué sur les échantillons $e_{(0)} \text{ à } e_{(15\ 999)}$ alors que ce même processus de filtrage passe-bas n'est effectué que sur les échantillons $r_{(8\ 000)}$ à $r_{(15\ 999)}$ en ce qui concerne le signal d'écho.

10 L'opération de filtrage de type passe-bas, référencée 200 sur la figure 1a, permet ainsi d'obtenir des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho précédemment cités. Ces signaux d'enveloppe sont notés $ee(i)$ respectivement $er(i)$.

Par l'opération de filtrage, portant la référence 200, on comprend qu'on obtient en fait deux mille valeurs numériques

15 selon l'exemple précité, représentatives de valeurs du signal d'enveloppe d'émission, notées $ee(i)$, et mille valeurs du signal d'écho, notées $er(i)$, ces valeurs étant bien entendu mémorisées pour un traitement ultérieur. On comprend en effet que l'opération de filtrage de type passe-bas a pour effet de lisser les valeurs échantillons obtenues à l'issue de l'étape 100 précédente à une fréquence de 1 KHz par exemple en effectuant un sous-échantillonnage de rapport 8. Les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho vérifient alors la relation dans l'exemple précité :

20

$$ee(i) = ee(i-1) \cdot (1-1/128) + e(i)/128$$

pour $i \in [0 \text{ à } 1999]$.

25 Les signaux d'enveloppe précités ayant été obtenus, le procédé objet de la présente invention consiste alors, en une étape notée 300, à établir une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe précités pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé.

Dans un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, on indique que les retards utilisés sont compris entre 5 et 1000 millisecondes avec des pas de retard de 5 millisecondes, ce qui permet d'obtenir environ 200 valeurs 30 de coefficients d'intercorrélation, ces coefficients d'intercorrélation permettant bien entendu de calculer la corrélation entre le signal de parole incident et le signal d'écho réfléchi sur la ligne téléphonique prise en considération.

Bien entendu, les coefficients d'intercorrélation, notés $c(ret)$ sont mémorisés en vue d'un traitement ultérieur qui permettra de discriminer la valeur de retard donnant le coefficient d'intercorrélation maximum pour un maximum de ressemblance entre le signal de parole et le signal d'écho.

35 L'étape 300 d'établissement des coefficients d'intercorrélation est alors suivie, ainsi que représenté sur la figure 1a, d'une étape de comparaison des coefficients d'intercorrélation $c(ret)$ précités pour discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande, pour une valeur de retard spécifique, laquelle représente la mesure du retard entre le signal d'écho et le signal de parole au point de mesure de la ligne téléphonique. Ce retard spécifique est noté ret_s .

40 Une description plus détaillée du procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, objet de la présente invention, tel qu'illustré en figure 1a, sera maintenant donnée en liaison avec la figure 1b.

Sur la figure 1b, on a représenté un organigramme général de mise en oeuvre des différentes étapes du procédé, objet de la présente invention.

45 Sur la figure 1b, on considère que l'étape de prélèvement des échantillons du signal de parole et du signal d'écho, portant la référence 100 sur la figure 1a, est effectuée de manière classique à partir des échantillons transitant sur la ligne téléphonique dans le sens d'émission du signal de parole, respectivement dans le sens de réception du signal d'écho. Ces opérations sont des opérations de type classique, et, à ce titre, ne seront pas décrites en détail. Les échantillons prélevés $e_{(0)} \text{ à } e_{(15\ 999)}$ respectivement $r_{(0)} \text{ à } r_{(15\ 999)}$ sont des échantillons quantifiés en codage MIC précédemment cité.

50 Sur la figure 1b, on indique que les opérations correspondant aux étapes 200 et 300 de la figure 1a étant effectuées pour la plupart sur les échantillons prélevés du signal de parole respectivement sur les échantillons prélevés du signal d'écho, ces mêmes opérations relatives au signal de parole portent la référence e en indice, alors que ces opérations réalisées sur le signal d'écho portent la même référence avec l'indice r .

55 Ainsi que représenté sur la figure 1b, les échantillons prélevés sont ainsi soumis aux étapes 200_e , 200_r , pour réaliser le filtrage de type passe-bas à un sous-échantillonnage proprement dit, noté 201_e respectivement 201_r , sous-échantillonnage réalisé par décimation par 8. De manière classique, on indique que ce sous-échantillonnage peut être réalisé par mémorisation des valeurs puis lecture d'une valeur sur 8, par exemple. Les opérations 201_e respectivement

201_r sont effectuées pendant la durée déterminée de deux secondes de prélèvement, respectivement pendant la moitié de cette durée décalée et permettent d'engendrer un signal de parole sous-échantillonné, respectivement un signal d'écho sous-échantillonné. Les étapes de sous-échantillonnage 201_e respectivement 201_r, sont alors suivies d'un lissage proprement dit par filtrage récursif pendant la durée correspondante, la durée déterminée pour le signal de parole sous-échantillonné, égale à deux secondes, et la durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée pour le signal d'écho sous-échantillonné, pour engendrer les signaux d'enveloppe du signal de parole ee(i) et du signal d'écho er(i) considéré. Les opérations de lissage proprement dit portent la référence 202_e respectivement 202_r sur la figure 1b. Les signaux d'enveloppe du signal de parole ee(i) peuvent alors être rangés en mémoire en une étape 203_e, une boucle itérative 204_e permettant l'obtention des 2000 valeurs du signal d'enveloppe du signal de parole et leur rangement en mémoire ainsi que, en fin d'obtention de ces valeurs, une initialisation d'un pas de retard à la valeur zéro en une étape 205_e.

Une boucle formée par les étapes 206_e de comparaison de la valeur du pas de retard à la valeur 200, de test 207_e relatif à l'obtention des coefficients d'intercorrélation, puis d'opération de sélection en mémoire 208_e d'un nombre d'échantillons correspondant à une durée d'une seconde et d'incrémentation du retard de la valeur + 1 en 209_e permet de préparer les valeurs des signaux d'enveloppe ee(i) pour l'étape de calcul des coefficients d'intercorrélation.

En ce qui concerne l'opération de lissage proprement dite, notée lissage 1 portant la référence 202_e, respectivement 202_r sur la figure 1b, on indique que cette opération est réalisée par un filtrage récursif vérifiant la relation :

- pour le signal enveloppe du signal de parole :

$$ee(i) = ee(i-1) \cdot (1-1/128) + e(8i)/128.$$

Dans cette relation, ee(i) représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal de parole e(i) de rang i, avec $i \in [0, 1999]$, et

- pour le signal d'enveloppe du signal d'écho :

$$er(i) = er(i-1) \cdot (1-1/128) + r(8i+8000)/128.$$

Dans cette relation er(i) représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal d'écho r(i) de rang i, avec $i \in [0, 999]$.

Ainsi que représenté sur la figure 1b, le signal d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho sont ensuite soumis à l'étape de calcul des coefficients d'intercorrélation portant les références 300_e et 300_r, sur la figure précédée.

D'une manière générale, on indique que les étapes précitées consistent pour chaque retard successif, ces retards étant compris entre 5 et 1000 millisecondes, au pas de 5 millisecondes par exemple, ainsi que mentionné précédemment, et obtenus grâce à la boucle 206_e, 207_e, 208_e et 209_e précédemment décrite, à effectuer un filtrage récursif pour déterminer la valeur moyenne du signal d'enveloppe du signal d'écho à l'opération 300_r sur la totalité de la durée du signal d'écho échantillonné. Cette opération de filtrage récursif est réalisée grâce à une opération de filtrage proprement dite, notée 301_r, désignée par lissage 2 sur la figure 1b, et d'une boucle récursive entre la valeur d'entrée de l'opération 301_r et la valeur de sortie, et d'un opérateur de soustraction, noté 302_r, sur la figure 1b. Une opération de rangement en mémoire de durée une seconde, c'est-à-dire correspondant au nombre d'échantillons prélevés pour le signal d'écho, est prévue en 303_r. Un test relatif à l'obtention du nombre de valeurs moyennes correspondantes 304_r est prévu pour la poursuite du processus par bouclage vers l'opération de filtrage de type passe-bas 200_r ou au contraire vers une opération d'un décalage de 250 millisecondes, 305_r, et permet d'obtenir les valeurs moyennes recentrées pour une opération de calcul des coefficients d'intercorrélation proprement dite. Ces valeurs moyennes recentrées sont notées mr(i) sur la figure 1b.

De la même manière, l'étape de calcul de la pluralité de coefficients d'intercorrélation consiste, pour chaque retard successif, à effectuer un filtrage récursif semblable, portant la référence 300_e, sur le signal d'enveloppe du signal de parole sur la moitié correspondante, soit 1 seconde, de la durée du signal de parole échantillonné, par les opérations de lissage proprement dites 301_e et de bouclage récursif à partir des valeurs d'entrée de ce lissage proprement dit 301_e et de sortie de ce même lissage par l'intermédiaire d'un opérateur de soustraction 302_e. Un décalage de 250 millisecondes portant la référence 305_e permet d'obtenir des valeurs moyennes centrées d'enveloppe du signal de parole, notées me(i,ret) pour chaque valeur successive de retard ret déterminée.

La pluralité de coefficients de corrélation, c'est-à-dire les coefficients c(ret) est alors établie sur une plage de temps de valeurs déterminée de la moitié correspondante des valeurs centrées des valeurs du signal d'écho et d'enveloppe du signal de parole, par calcul à partir des valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho mr(i) et du signal de parole

me(i,ret). Dans l'exemple de réalisation choisi, les coefficients de corrélation c(ret) sont calculés entre les 750 dernières millisecondes de l'enveloppe centrée de réception, c'est-à-dire du signal d'écho, et les 750 millisecondes correspondantes de l'enveloppe centrée du signal de parole pour chacun des retards précités.

Ainsi que représenté sur la figure 1b, ce calcul est effectué au moyen d'un opérateur de multiplication portant la référence 306_{er} et d'une opération de filtrage récursif portant la référence 307_{er} désignée par lissage 3 sur la figure 1b. Les valeurs des coefficients d'intercorrélation c(ret) obtenus suite à l'opération de lissage 3, 306_{er}, sont ensuite mises en mémoire en une opération notée 308_{er}.

D'une manière générale, on indique que les valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho mr(i) vérifient la relation :

10

$$mr(i) = mr(i-1).(1-1/8)+er(i)/8, \text{ pour } i \in [0, 999].$$

La valeur centrée d'enveloppe du signal de parole me(i,ret) pour chaque valeur successive du retard ret, vérifie la relation :

15

$$me(i,ret) = me(i-1,ret).(1-1/8)+ee(i/1000-ret)/8,$$

20 pour $i \in [0, 999]$.

Enfin, chaque coefficient d'intercorrélation c(ret) obtenu suite à l'opération de lissage 3, 307_{er}, vérifie la relation :

25

pour $i \in [250, 999]$.

Suite à l'obtention des coefficients d'intercorrélation mémorisés à l'étape 308_{er}, on indique, ainsi que représenté en figure 1b, que l'étape 400 de comparaison pour effectuer une discrimination du retard spécifique ret_s peut être réalisée à partir d'une porte logique 401 permettant de commander l'opération de comparaison proprement dite à partir des valeurs des coefficients d'intercorrélation mises en mémoire au moyen d'une routine de comparaisons des coefficients portant la référence 402. La routine de comparaison des coefficients d'intercorrélation 402 permet d'obtenir le retard spécifique ret_s sur le trajet d'écho avec une précision correspondant à la valeur d'un retard élémentaire ou pas de retard, soit 5 ms dans l'exemple de réalisation décrit.

30

Bien entendu, l'ensemble du processus de traitement décrit en liaison avec la figure 1b est réalisé en synchronisation à partir d'un module de synchronisation 500, lequel permet de délivrer tout signal d'horloge adapté, noté CLK, permettant la conduite du processus selon les étapes précédemment indiquées.

Une description plus détaillée d'un dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique conforme à l'objet de la présente invention sera maintenant donnée en liaison avec la figure 2.

35

D'une manière générale, on indique que le dispositif objet de la présente invention comporte des circuits, notes 40 le respectivement 1r, de prélèvement sur une durée déterminée, sur le signal de parole et sur le signal d'écho, d'un nombre déterminé d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho. Des circuits 1e et 1r sont avantageusement constitués par un circuit d'interfaçage de type M.I.C. permettant la sélection du signal d'émission respectivement du signal de réception. Ces circuits sont des circuits de type classique, et, à ce titre, ne seront pas décrits en détail. Bien entendu, les circuits d'interfaçage 1e et 1r sont interconnectés à la ligne téléphonique sur laquelle une mesure de 45 qualité doit être effectuée et délivrent les échantillons successifs prélevés du signal de parole respectivement du signal d'écho.

Le dispositif objet de la présente invention comporte également des circuits de filtrage de type passe-bas sur une durée déterminée des échantillons du signal de parole et sur une durée égale à la moitié de cette durée déterminée, décalée de cette même durée des échantillons du signal d'écho.

50

Dans un mode de réalisation avantageux tel que représenté en figure 2, le circuit de filtrage de type passe-bas comprend au moins un premier et un deuxième circuit sous-échantillonneur, portant la référence 2_e respectivement 2_r, interconnectés au premier respectivement au deuxième circuit d'interfaçage 1_e, 1_r. Les circuits sous-échantillonneurs permettent de délivrer un signal de parole et un signal d'écho sous-échantillonné. Ils peuvent être réalisés de manière non limitative par un circuit de mémorisation recevant le signal de parole, respectivement le signal d'écho sous-échantillonné à une fréquence déterminée, la fréquence 8 KHz telle que mentionnée précédemment. Ces circuits de mémorisation sont ensuite lus à une fréquence inférieure, dite fréquence de décimation, dont le rapport constitue le rapport de décimation choisi, le rapport 8 dans l'exemple décrit.

Les circuits de filtrage de type passe-bas comprennent en outre un module de lissage par filtrage récursif recevant

le signal de parole et le signal d'écho sous-échantillonné et permettant d'engendrer les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

Dans un mode de réalisation préférentiel du dispositif objet de la présente invention, on indique que les circuits de lissage par filtrage récursif peuvent avantageusement être formés par une unité de calcul, portant la référence 3, cette unité de calcul étant constituée par exemple par un processeur de signal numérique (D.S.P.) muni d'une mémoire de programme spécifique comportant une routine de programme correspondant à la fonction de lissage notée lissage 1 sur la figure 1b. Bien entendu, à l'unité de calcul 3 est ainsi associée une mémoire 4 comportant par exemple une partie mémoire vive ou mémoire de travail 41 et une partie mémoire morte 40, laquelle comporte la routine précitée. Un circuit 5 de gestion de la mémoire est prévu, permettant l'adressage en lecture-écriture de la mémoire 4 et en particulier de la mémoire morte 40 et de la mémoire vive 41 associée à l'unité de calcul 3. De manière classique, une horloge 6 permet de synchroniser les opérations de l'ensemble.

Enfin, le dispositif objet de la présente invention comporte bien entendu un module de calcul des coefficients d'intercorrélation entre les signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho pour les retards successifs distincts de pas de retard déterminé ainsi qu'un module de discrimination du coefficient d'intercorrélation de la plus grande valeur de ces coefficients pour la valeur de retard spécifique correspondante. Bien entendu, les modules précités sont constitués par l'unité de calcul 3 et la mémoire morte 40 associée, laquelle comporte des routines correspondantes telles que décrites en liaison avec la figure 1b, c'est-à-dire spécifiquement des routines correspondant aux opérateurs 306_{er}, 307_{er} et 308_{er} respectivement 402 sur la figure 1b.

Du point de vue du fonctionnement, on indique que la partie 41 de la mémoire 4 constituant mémoire vive peut permettre par exemple de mémoriser les signaux de parole et d'écho sous-échantillonnés ainsi que tous les résultats de calculs intermédiaires permettant d'obtenir les coefficients d'intercorrélation c(ret) précités. Enfin, un circuit d'interfaçage 7 est prévu, ce circuit d'interfaçage de type liaison série par exemple étant interconnecté à l'unité de calcul 3 afin de permettre d'effectuer l'interconnexion du dispositif objet de la présente invention à un micro-ordinateur externe de pilotage par exemple.

Les figures 3a à 31 permettent d'illustrer les résultats obtenus par la mise en oeuvre du procédé objet de la présente invention grâce au dispositif décrit en liaison avec la figure 2.

Le mode opératoire préconisé appliqué dans le domaine de fonctionnement des méthodes antérieures, c'est-à-dire pour des retards n'excédant pas 100 ms, donne des résultats d'une précision équivalente mais d'une façon beaucoup plus rapide.

En outre, on constate aisément la présence d'un maximum pour la valeur des coefficients d'intercorrélation portée en ordonnées et désignée par corrélation pour le décalage temporel ou retard spécifique ret_s correspondant au retard sur le trajet d'écho. Ceci est particulièrement vérifié pour des valeurs de retard de 3 ms, 117 ms, 373 ms, 425 ms, 559 ms, 681 ms, 803 ms, 999 ms, 1111 ms, 1336 ms, 1651 ms et 1997 ms, ainsi que représenté sur les figures 3a à 31 précitées. On indique en outre que les diagrammes illustrés sur les figures précédentes permettent de mettre en évidence une qualité de fonctionnement sensiblement identique pour des mesures de retard pouvant atteindre une seconde, et ce sans surcharge excessive de calcul, puisque le calcul est effectué au moyen des 200 corrélations correspondant aux 200 pas de retard.

La limite de retard fixée actuellement à une seconde est réaliste vis-à-vis des conditions rencontrées sur le réseau téléphonique international.

Toutefois, cette limite peut être repoussée à des valeurs supérieures à une seconde et il suffit pour cela, par la mise en oeuvre du procédé et du dispositif objets de la présente invention, d'augmenter le nombre de calculs de corrélation, le pas de retard de 5 ms pouvant être conservé. Ce nombre de calculs de corrélation augmente d'autant le temps de calcul total mais maintient celui-ci dans des limites tout-à-fait raisonnables, les retards supérieurs à une seconde étant représentés en figures 3i à 31.

On indique enfin que le procédé et le dispositif objets de la présente invention peuvent être utilisés non seulement pour des mesures sans intrusion mais également dans le cadre d'applications téléphoniques ultérieures nécessitant la connaissance des paramètres caractéristiques de l'écho.

50 Revendications

1. Procédé de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, à partir de mesures successives sur le signal de parole et le signal d'écho de ce signal de parole constitutifs du trafic, en un point de mesure de cette ligne téléphonique, caractérisé en ce que ledit procédé consiste :

55 a)- à prélever sur une durée déterminée sur ledit signal de parole et ledit signal d'écho transitant sur la ligne téléphonique, des échantillons du signal de parole et du signal d'écho ;
b)- à effectuer un filtrage de type passe-bas sur une durée déterminée sur lesdits échantillons du signal de

parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée et décalée de la moitié de ladite durée déterminée sur lesdits échantillons du signal d'écho, pour obtenir les signaux d'enveloppe dudit signal de parole et dudit signal d'écho respectivement ;

5 c)- à établir une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé ;

d)- à comparer les coefficients d'intercorrélation pour discriminer le coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande, pour une valeur de retard spécifique, ladite valeur de retard spécifique étant représentative de la mesure du retard dudit signal d'écho au point de mesure de la ligne téléphonique.

10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite durée déterminée pendant laquelle le signal de parole et le signal d'écho sont soumis à un prélèvement est sensiblement égale à 2 secondes.

15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit filtrage de type passe-bas consiste à :

b1)- sous-échantillonner, pendant ladite durée déterminée respectivement pendant la moitié de cette durée décalée, lesdits échantillons du signal de parole et de signal d'écho pour engendrer un signal de parole sous-échantillonné respectivement un signal d'écho sous-échantillonné,

b2)- lisser par un filtrage récursif pendant ladite durée le signal de parole sous-échantillonné et le signal d'écho sous-échantillonné, pour engendrer un signal d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

20 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit lissage permettant d'engendrer le signal d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho est un filtrage récursif qui vérifie la relation :

$$ee(i) = ee(i-1) \cdot (1-1/128) + e(i)/128$$

25 où $ee(i)$ représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal de parole $e(i)$ de rang i , avec $i \in [0, 1999]$ et

$$er(i) = er(i-1) \cdot (1-1/128) + r(8i+8000)/128$$

30 où $er(i)$ représente la valeur de l'amplitude du signal d'enveloppe pour l'échantillon de signal d'écho $r(i)$ de rang i , avec $i \in [0, 999]$.

35 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation consiste pour chaque retard successif :

40 - à effectuer un filtrage récursif pour déterminer la valeur moyenne du signal d'enveloppe du signal d'écho, sur la totalité de la durée du signal d'écho échantillonné,

- à effectuer un filtrage récursif pour déterminer la valeur moyenne du signal d'enveloppe du signal de parole, sur la moitié correspondante de la durée du signal de parole échantillonné, lesdites opérations de filtrage adaptatif pour déterminer la valeur moyenne permettant d'obtenir des valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho $mr(i)$ respectivement de parole $me(i, ret)$, pour chaque valeur successive de retard ret déterminée,

45 - à calculer ladite pluralité de coefficients de corrélation sur une plage de temps de valeur déterminée de ladite moitié correspondante des valeurs centrées d'enveloppe du signal d'écho et d'enveloppe du signal de parole.

6. Dispositif de mesure sans intrusion de la qualité de transmission d'une ligne téléphonique, à partir de mesures successives sur le signal de parole et le signal d'écho de ce signal de parole constitutifs du trafic, en un point de mesure de cette ligne téléphonique, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte :

50 - des moyens de prélèvement sur une durée déterminée sur ledit signal de parole et ledit signal d'écho d'un nombre déterminé d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho ;

- des moyens de filtrage, du type passe-bas, sur une durée déterminée des échantillons du signal de parole et sur une durée sensiblement égale à la moitié de cette durée déterminée, décalée de la moitié de cette durée déterminée des échantillons du signal d'écho, permettant d'engendrer des signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho ;

- des moyens de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation entre lesdits signaux d'enveloppe du

signal de parole et du signal d'écho, pour des retards successifs distincts de pas de retard déterminé et de discrimination du coefficient d'intercorrélation de valeur la plus grande pour une valeur de retard spécifique, cette valeur de retard spécifique étant représentative de la mesure du retard du signal d'écho au point de mesure de la ligne téléphonique.

5

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de prélèvement d'un nombre déterminé d'échantillons du signal de parole et du signal d'écho comprennent un premier et un deuxième circuit d'interfaçage interconnectés à la ligne téléphonique, sur laquelle une mesure de qualité doit être effectuée et délivrant des échantillons successifs du signal de parole respectivement du signal d'écho.

10

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de filtrage de type passe-bas comprennent au moins :

15

- un premier et un deuxième circuit sous-échantillonneur interconnectés au premier respectivement au deuxième circuit d'interfaçage, permettant de délivrer un signal de parole et un signal d'écho sous-échantillonnés ;
- des moyens de lissage par filtrage adaptatif recevant le signal de parole et le signal d'écho sous-échantillonnés et permettant d'engendrer lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho.

20

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le lesdits moyens de calcul d'une pluralité de coefficients d'intercorrélation sont formés par :

25

- un processeur de signal numérique muni de ses mémoires de programmes,
- une mémoire de travail de type mémoire vive, ladite mémoire de travail étant interconnectée audit processus de signal numérique et audit premier et deuxième circuit sous-échantillonneur et permettant de mémoriser lesdits signaux de parole et d'écho sous-échantillonnés, lesdits signaux d'enveloppe du signal de parole et du signal d'écho, et la valeur de retard spécifique représentative du retard du signal d'écho,
- un circuit d'interfaçage de type liaison série interconnecté au processeur de signal numérique et permettant l'interconnexion à un micro-ordinateur externe.

30

10. Dispositif selon les revendications 8 et 9, caractérisé en ce que lesdits moyens de lissage par filtrage adaptatif sont formés par ledit processeur de signal numérique, muni d'une mémoire de programme spécifique.

35

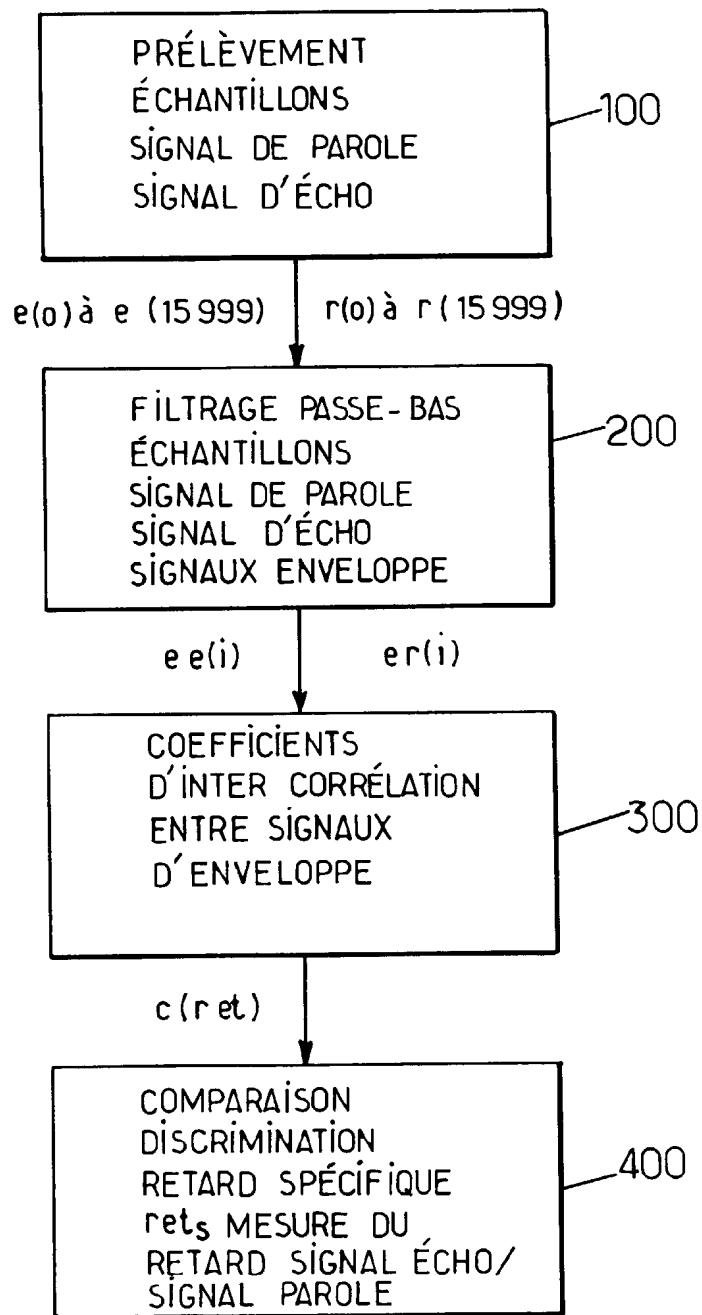
40

45

50

55

FIG.1a.



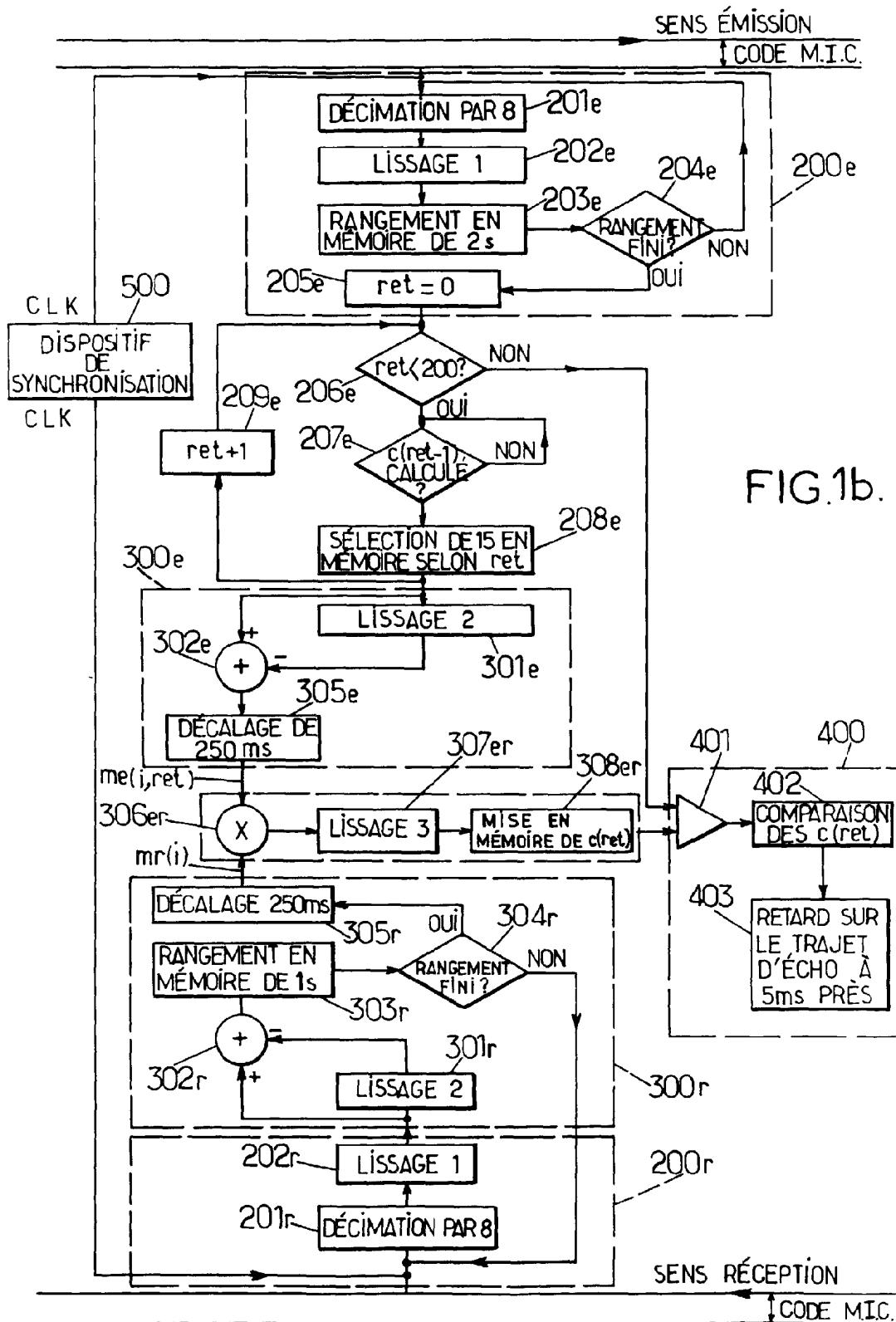
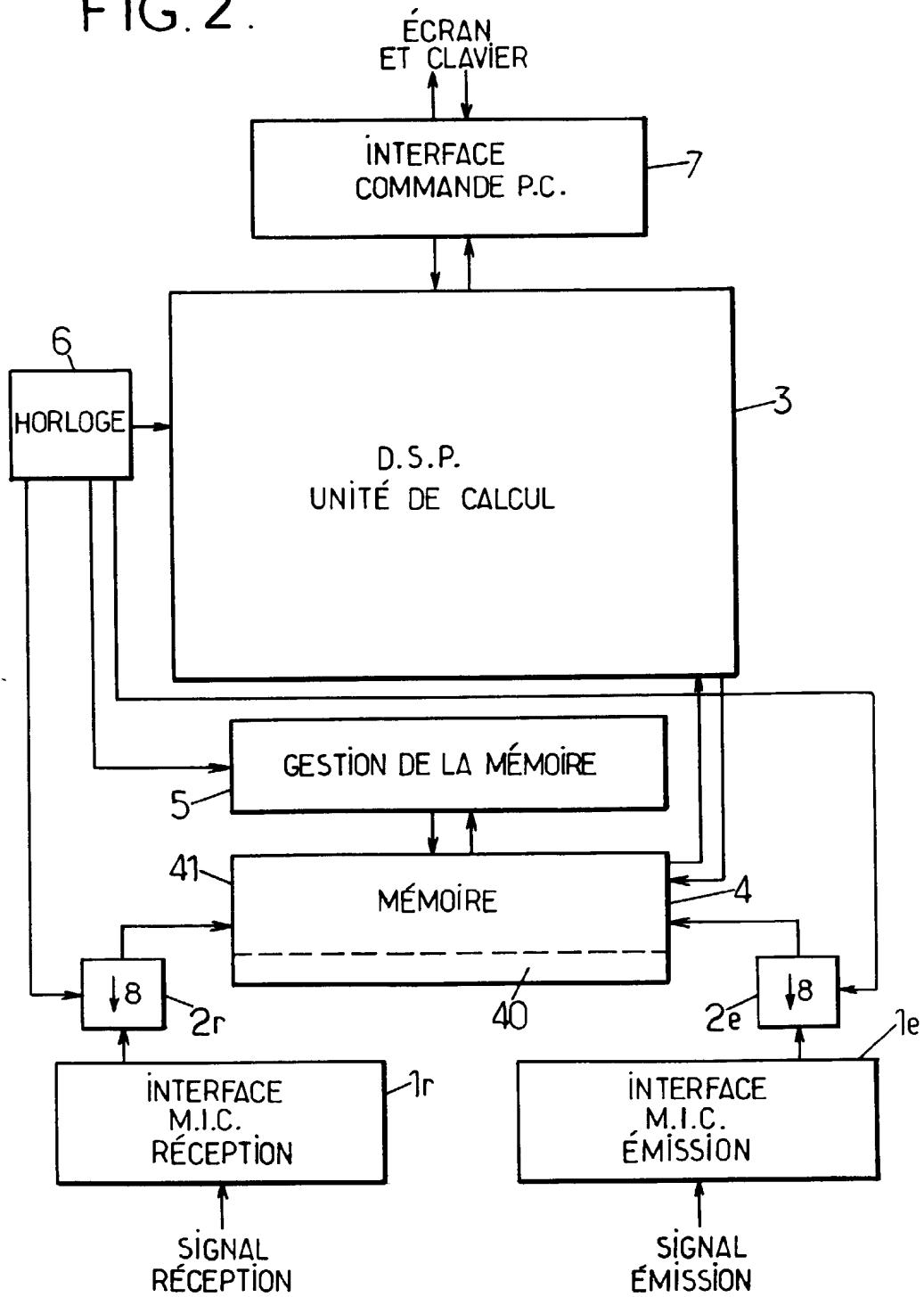


FIG.1b.

FIG. 2.



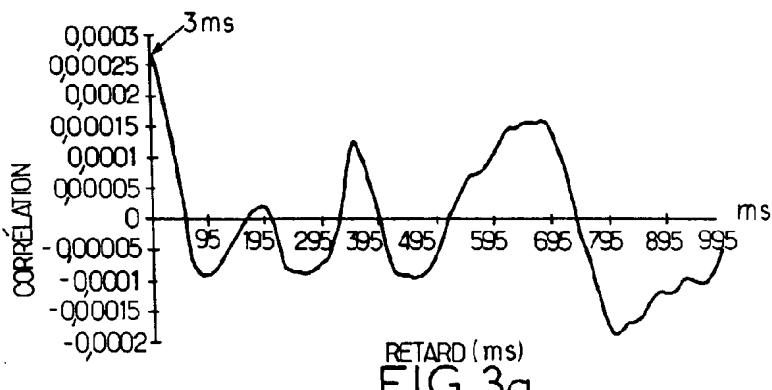


FIG. 3a.

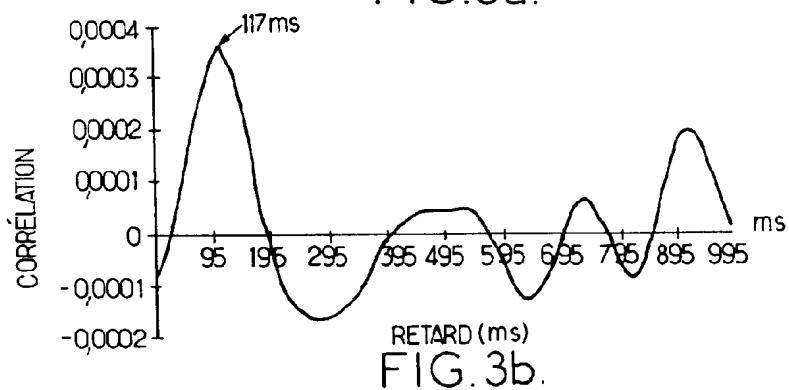


FIG. 3b.

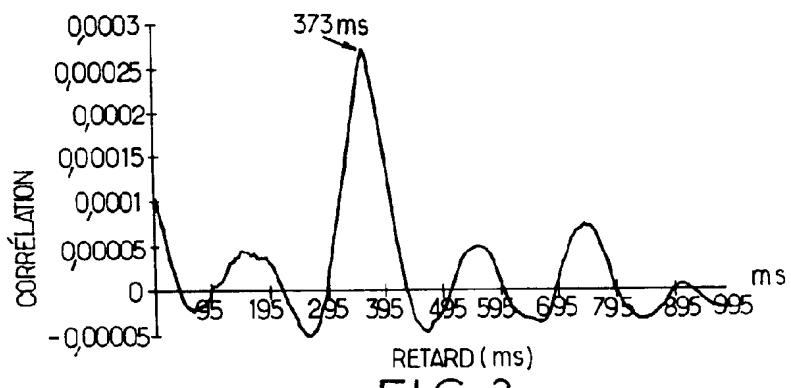


FIG. 3c.

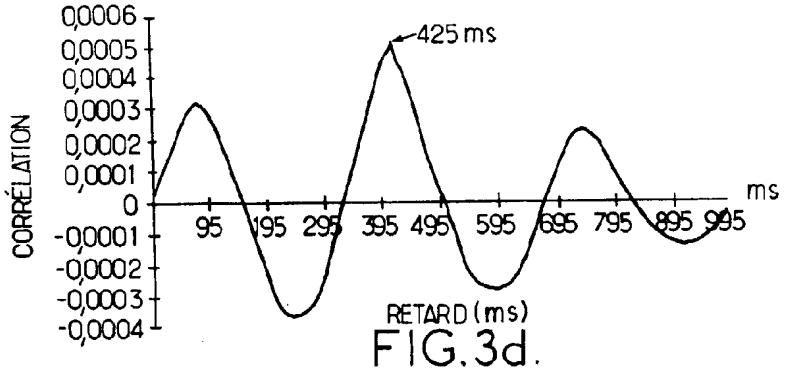
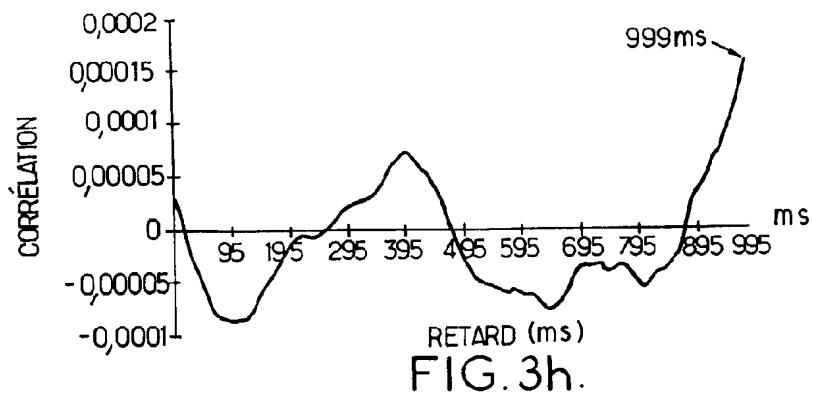
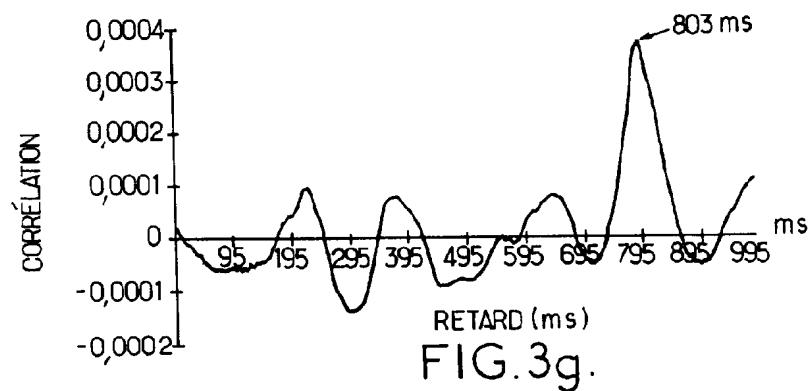
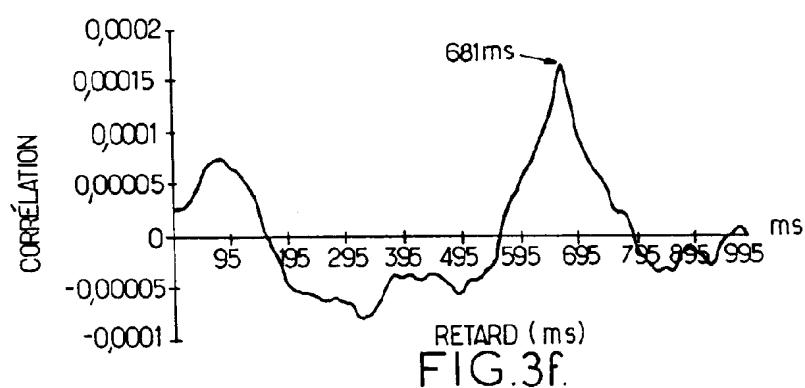
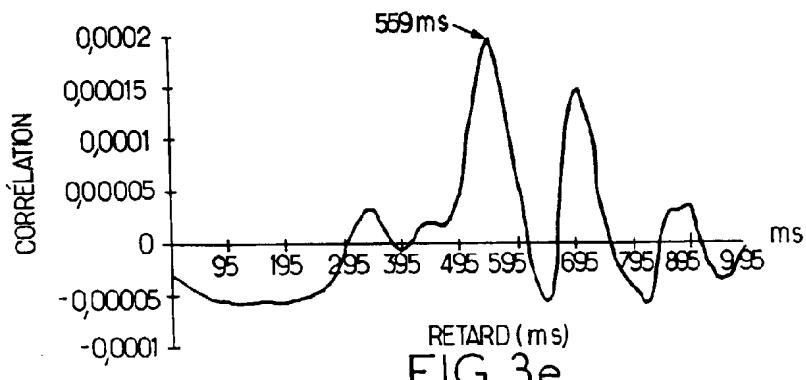


FIG. 3d.



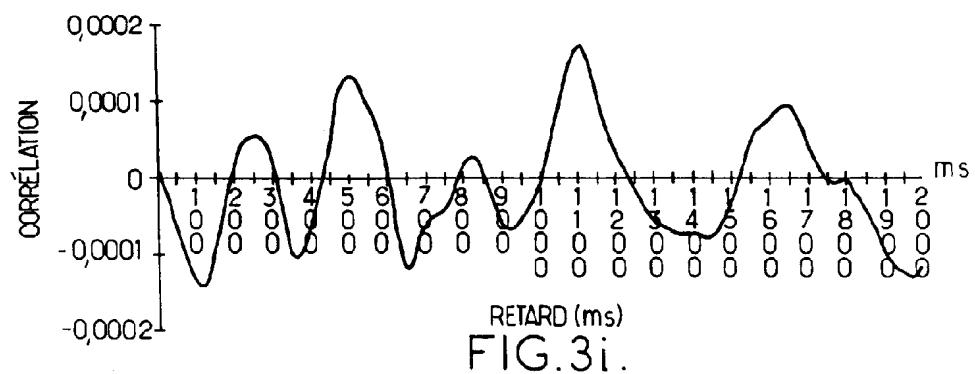


FIG.3i.

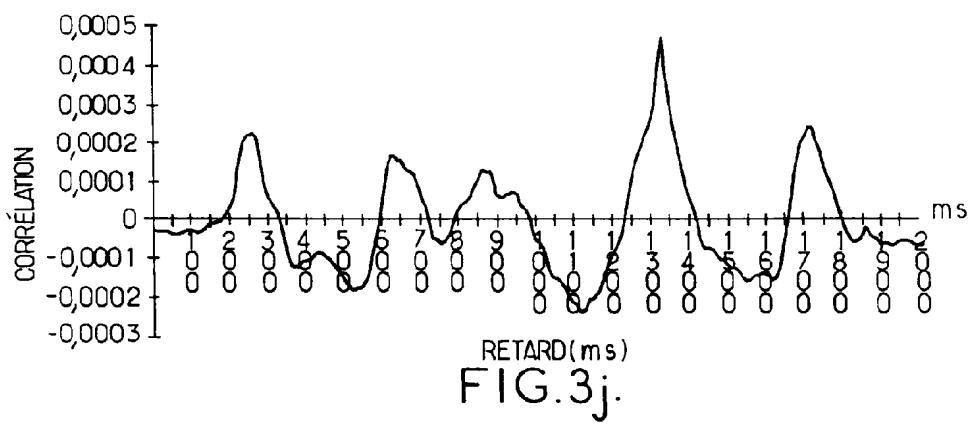


FIG.3j.

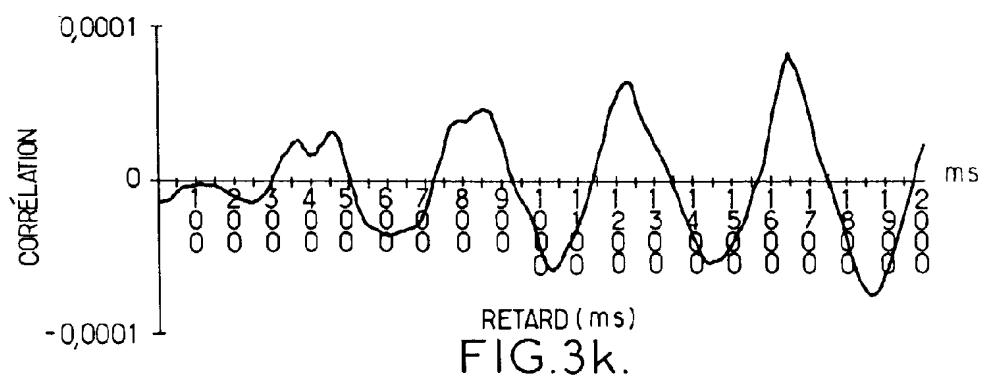


FIG.3k.

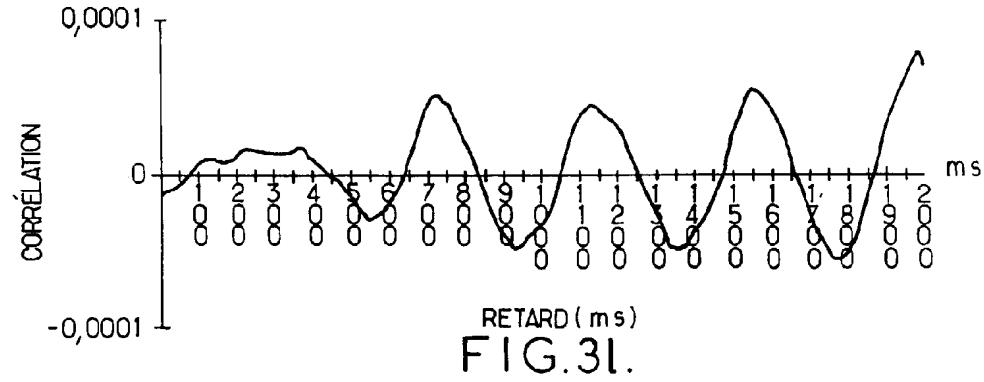


FIG.3l.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 96 40 0927

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	EP-A-0 565 224 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) * colonne 2, ligne 20 - colonne 3, ligne 13; revendications; figures * ---	1-10	H04L1/20 H04M3/22 H04B3/46 H04J3/17 G10L3/00
A	EP-A-0 047 590 (NORTHERN TELECOM LIMITED) * page 7, alinéa 2 * * page 12, alinéa 3; revendications * ---	1,6	
A	IEE COLLOQUIUM ON 'AUDIO DSP - CIRCUITS AND SYSTEMS' (DIGEST NO. 1993/219), LONDON, UK, 16 NOV. 1993, 1993, LONDON, UK, IEE, UK, pages 2/1-4, XP000573308 MILNER S H ET AL: "Live network assessment using digital signal processing" * le document en entier * ---	1,6	
A	IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. GLOBECOM '91. COUNTDOWN TO THE NEW MILLENNIUM. FEATURING A MINI-THEME ON: PERSONAL COMMUNICATIONS SERVICES (PCS). CONFERENCE RECORD (CAT. NO.91CH2980-1), PHOENIX, AZ, USA, 2-5 DEC. 1991, ISBN 0-87942-697-7, 1991, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 1761-1764 vol.3, XP000313702 RAMSDEN D B: "In-service, nonintrusive measurement on speech signals" * abrégé * * page 1761, colonne de gauche, alinéa 1 - page 1763, colonne de gauche, alinéa 1 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H04L H04M H04B H04J G10L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE		27 Août 1996	Gries, T
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			